

SEMI E54.13-1011

SPECIFICATION FOR SENSOR/ACTUATOR NETWORK COMMUNICATIONS FOR ETHERNET/IP™

EtherNet/IP™ 用センサ／アクチュエータネットワーク通信の仕様

Notice: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

免責事項: この SEMI スタンドは、投票により作成された英語版が正式なものであり、日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

SEMI スタンド日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております(「すべきである」「しなければならない」について等)。

本スタンドは、global Information & Control Committee で技術的に承認されている。現版は 2011 年 9 月 12 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2011 年 10 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 2003 年 3 月発行。

注意: 本文書は、SEMI E54 一連のスタンドとして出版されず、単独で発行および販売される。

1 目的

1.1 はじめに

1.1.1 本スタンドでは、半導体製造装置において SEMI が指定するデバイスモデル(共通およびデバイス固有)に従って動作するセンサ／アクチュエータネットワーク(SAN)上のインテリジェントなデバイス間の通信を可能にするための EtherNet/IP¹ (Ethernet/Industrial Protocol) ネットワークに基づいた通信仕様を定義する。

1.2 動機付け

1.2.1 EtherNet/IP は、工業環境で使用するのに適した通信システムである。EtherNet/IP により、インテリジェントなデバイスはタイムクリティカルなアプリケーション情報を交換できる。これらのデバイスには、センサ／アクチュエータ等の単純な I/O デバイス、ロボット、プログラマブルなロジックコントローラ、プロセスコントローラ等の複雑な制御デバイスが含まれる。

1.2.2 EtherNet/IP では、DeviceNet (SEMI E54.4)においても使用されるコントロールおよびインフォメーションプロトコル(CIP)、共通ネットワーク、トランスポートおよびアプリケーション層を使用する。EtherNet/IP は、次のものを提供する。

- 工場のイーサネット(IEEE 802.3)のネットワークを SEMI E54.4 DeviceNet の低レベルデバイスネットワークにブリッジする低コストのソリューション
- 低レベルのデバイスの中に存在するインテリジェンスへのアクセス
- マスタ／スレーブおよびピアツーピアを関係付けるためのプロデューサ／コンシューマモデル

1.3 背景

1.3.1 EtherNet/IP は、スタンドの Ethernet および TCP/IP のテクノロジーを利用して CIP 通信 packets を搬送する。結果として、オープンで非常にポピュラーな Ethernet および TCP/IP プロトコル上に乗った共通でオープンなアプリケーション層である。

1.3.2 EtherNet/IP は、タイムクリティカルな制御データを交換するためのプロデューサ／コンシューマモデルを提供する。このプロデューサ／コンシューマモデルにより、データを複数の送信先に複数回送信せずに、1 つの送

¹ EtherNet/IP is a trademark of Open DeviceNet Vendor Association (ODVA)

信デバイス(即ち、プロデューサ)と多数の受信デバイス(即ち、コンシューマ)の間でアプリケーション情報を交換できる。EtherNet/IP では、CIP ネットワークおよびトランスポート層を IP マルチキャストテクノロジーと共に利用する。多数の EtherNet/IP デバイスが、単一の生成デバイスから同じアプリケーション情報を受信できる。

1.3.3 EtherNet/IP は、標準の IEEE 802.3 テクノロジーを利用し、必然的な改善を試みる非標準の追加事項はない。むしろ、EtherNet/IP では、より必然的な性能を得るために、100Mbps の帯域幅で全二重動作の商用のスイッチングテクノロジーを使用することが推奨される。

2 範囲

2.1 仕様 — 本文書では、SEMI SAN 共通デバイスモデル(CDM)および適切な特定デバイスモデル(SDM)の仕様に従って構成された SAN デバイスとの通信を可能とする、EtherNet/IP 仕様に基づいたセンサ/ネットワーク通信スタンダード(NCS)を指定する。

2.2 使用方法 — 本文書は、SEMI スタンダード SAN CDM 仕様および 1 つまたは複数の SEMI スタンダード SDM 仕様(マスマフローコントローラ等)と連動して使用される。同時に、SEMI 準拠の SAN システム内での EtherNet/IP ネットワーク機能を利用して、外部から見ることでできるデータ構造およびデバイスのビヘイビア(挙動、振る舞い)を記述する。一般のセンサ/アクチュエータネットワーク文書の構造は、SEMI E54.0 センサ/アクチュエータネットワークスタンダード(基本の SAN 文書)に記載されている。

2.3 文書の構造 — EtherNet/IP ネットワーク通信スタンダードは、SEMI E54.0 に記載されているように SEMI SAN NCS テンプレート文書構造に準拠する。スタンダード文書は、2 つの主要部分からなる。最初の部分(§ 1 から § 8 まで)では、SAN で有効なプロトコルおよび CDM オブジェクト構造とネットワーク上でのビヘイビア(挙動、振る舞い)の提示(即ち、マッピング。CDM マッピングと呼ばれる)を指定する。第 2 の部分(§ 9)では、それぞれの SEMI 指定の SDM について SDM オブジェクト構造とネットワーク上でのビヘイビア(挙動、振る舞い)の提示(即ち、マッピング。SDM マッピングと呼ばれる)を指定する。

2.4 SDM マッピングの追加 — 本文書の 2 部に追加される SDM マッピングは、文書の追加と見なされ、その旨バロットされる。対応する SEMI SDM がスタンダードになっていれば、SDM マッピングは、本文書に対する追加事項をバロットするだけでよい。

注意: このスタンダードおよび安全ガイドラインはその使用に関連したすべての安全問題を取り扱うことを意図していない。このスタンダードの使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事柄を確立し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 制限

3.1 本文書は、EtherNet/IP だけに基ついた半導体製造装置の SAN を規定し、EtherNet/IP 仕様に対する付属文書である。従って、本スタンダードを完全にするために、必然的に EtherNet/IP 仕様が含まれる。その他の半導体製造装置の SAN 通信とのオプションがある。これらの任意事項の仕様は、ここには含まれていない。

3.2 本スタンダードは、EtherNet/IP が現在必要としている機能に対して同等かそれ以上の追加機能を提供可能な強化事項について指定する。文書の一貫性に関する問題を避けるために、本仕様に関連する EtherNet/IP 仕様内の情報は、本文書では繰り返さない。本文書では、本スタンダードで必要となる EtherNet/IP 仕様に対する強化事項および制限事項に限定される。

3.3 準拠テスト手順の完全な仕様には、EtherNet/IP 準拠テスト仕様を含まなければならない。また、準拠テストには、本スタンダードに必要な EtherNet/IP 仕様に対する強化事項および制限事項も含まなければならない。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダードおよび安全ガイドライン

SEMI E30 — Generic Model for Communications and Control of Manufacturing Equipment (GEM)

SEMI E39 — Object Services Standard: Concepts, Behavior, and Services (OSS)

SEMI E54 — Sensor/Actuator Network Standard

SEMI E54.1 — Standard for Sensor/Actuator Network Common Device Model

SEMI E54.2 — Guide for Writing Sensor/Actuator Network (SAN) Standard Ballots

SEMI E54.3 — Specification for Sensor/Actuator Network Specific Device Model for Mass Flow Device

SEMI E54.4 — Standard for Sensor/Actuator Network Communications for DeviceNet

SEMI E54.10 — Specification for Sensor/Actuator Network Specific Device Model for an In Situ Particle Monitor Device

SEMI E54.11 — Specific Device Model for Endpoint Devices

SEMI E54.18 — Specification for Sensor/Actuator Network Specific Device Model for Vacuum Pump Device

4.2 ISO スタンドアード²

ISO 7498 — Basic Reference Model for Open Systems Interconnection.

ISO/IEC 8802-3 — Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications (Ethernet IEEE 802.3).

4.3 その他の文書

ODVA EtherNet/IP Specification — Volume I and Volume II, Release 1.0.³

注意: 別途指示のない場合, 引用されたすべての文書は最新の出版バージョンである。

5 用語

5.1 本センサアクチュエータネットワークスタンダードに共通するすべての用語は, SEMI E54 にも定義されている。他の SEMI 文書に定義されている用語についてもここで定義するものがある。

5.2 略語および頭字語

5.2.1 CDM (Common Device Model) — 共通デバイスモデル

5.2.2 CIP (Control and Information Protocol) — 制御および情報プロトコル

5.2.3 CM — Connection Manager object

5.2.4 DM (Device Management object) — デバイス管理オブジェクト

5.2.5 EIP (EtherNet/IP) — EtherNet/IP

5.2.6 EL — Ethernet Link object

5.2.7 IP (Internet Protocol) — インターネットプロトコル

5.2.8 MR — Message Router object

5.2.9 NCS (Network Communication Standard) — ネットワーク通信スタンダード

5.2.10 OSI (Open Systems Interconnection) — オープンシステム相互接続

5.2.11 OSS (Object Services Standard) — オブジェクトサービススタンダード

5.2.12 PDU (Protocol Data Unit) — プロトコルデータ単位

5.2.13 SAC (Sensor, Actuator, Controller (Object)) — センサ, アクチュエータ, コントローラ (オブジェクト)

² International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland. Telephone: 41.22.749.01.11; Fax: 41.22.733.34.30; <http://www.iso.ch>

³ Open DeviceNet Vendor Association, 20423 State Road 7 #F6, Boca Raton, FL 33498-6797. Telephone: (1) 561-477-7966; <http://www.odva.org>

5.2.14 SAN (Sensor/Actuator Network) — センサ／アクチュエータネットワーク

5.2.15 SDM (Specific Device Model) — 特定デバイスモデル

5.2.16 S-DS — S-Device Supervisor object

5.2.17 TCP — Transport Control Protocol

5.3 デバイスコンポーネントの定義

5.3.1 本スタンダードでは CDM データ構造およびネットワーク上のビヘイビア (挙動, 振る舞い) の提示やマッピングを定義するので, CDM 文書内の多数の用語を利用する。表 1 に, CDM 文書の基本的な用語を本文書および EtherNet/IP 仕様にマッピングしたものを示す。定義が CDM 文書とまったく同様に使用される場合は, 2 列目に等号「=」が記されていることに注意すること。

表 1 CDM から NCS への用語のマッピング

CDM 用語	NCS 用語	EtherNet/IP 用語
デバイス	=	=
デバイスモデル	=	デバイスプロファイル
オブジェクト	=, クラス	=, クラス
インスタンス	=	=
属性	=	=
ビヘイビア	=	=
サービス	=	=
ビヘイビア状態ダイアグラム	=	状態遷移ダイアグラム
状態遷移マトリックス	=	状態イベントマトリックス

5.4 EtherNet/IP 固有の定義

5.4.1 クラス (class) — 同じ種類のシステムコンポーネントを表すオブジェクトのセット。クラスとはオブジェクトを一般化したものである。あるクラスのオブジェクトは全部, 形式もビヘイビア (挙動, 振る舞い) も同じだが, 異なる属性値を持つことができる。

5.4.2 制御および情報プロトコル (control and information protocol (CIP)) — EtherNet/IP および DeviceNet によって共有される共通なネットワーク層, トランスポート層, アプリケーション層。

5.4.3 デバイスプロファイル (device profile) — あるデバイスのための EtherNet/IP 仕様であって, そのデバイスタイプのオブジェクトモデル, そのデバイスタイプの I/O データフォーマット, およびコンフィギュレーションデータおよびそのデータへのオープンインタフェースが含まれている。

5.4.4 カプセル化 (encapsulation) — 階層化されたプロトコルで使用される手法であって, ある層は上位の層からのプロトコルデータユニット (PDU) にヘッダー情報を追加する。例としてインターネットのテクノロジーでは, パケットはデータリンク層のヘッダーを格納し, その後にネットワーク層のヘッダー (IP), その後にトランスポート層のヘッダー (TCP), その後にアプリケーションデータと続く。

5.4.5 イーサネット (Ethernet) — LAN 用の 10/100-Mb/s のスタンダードであり, 最初は Xerox 社によって開発され, 後に Digital 社, Intel 社, Xerox 社 (DIX) によってリファインされた。すべてのホストはネットワーク媒体に接続され, それらは衝突検出によるキャリアセンス複数アクセス (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)) を使用してネットワークアクセスを奪い合う。

5.4.6 EtherNet/IP — EtherNet/IP (Ethernet/Industrial Protocol) は, TCP/IP によって CIP のカプセル化を指定するネットワーク通信プロトコルである。

5.4.7 明示的メッセージ接続 (explicit message connections) — EtherNet/IP ネットワーク上の接続で, 2 つのデバイスの間の包括的, 多目的通信経路を提供する。こういった接続は単にメッセージ接続と呼ばれることが多い。明示的メッセージは代表的な要求/応答指向のネットワーク通信を提供する。

5.4.8 インプット／アウトプット接続 (input/output connections) — EtherNet/IP ネットワーク上の接続で、1つのプロデューサアプリケーションと1つ以上のコンシューマアプリケーションの間の専用で特殊な用途の通信経路を提供する。アプリケーション固有の I/O データはこれらのポートを通過する。

6 通信プロトコルの高位の構造

6.1 このプロトコル仕様は“EtherNet/IP”と呼ばれるが、技術的にイーサネットは不要である。EtherNet/IP は、インターネットプロトコル (IP) による送信をサポートする任意の媒体で使用できる。イーサネットを使用する場合は、IEEE 802.3 仕様に準拠しなければならない。

注 1: EtherNet/IP 製品の準拠テストは、イーサネット上に実装される製品に限定される。

6.2 次の各項では、ISO のオープンシステム相互接続の基本参照モデル (Basic Reference Model for Open Systems Interconnection) (OSI モデル) で記述される 7 層のアーキテクチャに従って EtherNet/IP 仕様を簡単に説明する。

6.3 物理層 — 物理層の要求条件には、トポロジー、媒体、コネクタ、シールド、アースの仕様が含まれる。銅の媒体が使用される場合、EtherNet/IP 仕様は、ANSI/TIA/EIA-568-B のカテゴリ 5/SE のケーブル／コネクタの仕様に基づく。共通のグレードおよび工業グレードのレベルの準拠が指定される。シグナリングおよびカップリングは、IEEE 802.3 / TP-PMD スタンドアードに記載されているとおりである。

6.4 データリンク層 — EtherNet/IP 準拠テスト機能と互換性を持たせるために、デバイスは、IEEE 802.3 で指定されるイーサネットデータリンク仕様に準拠しなければならない。そうでない場合は、IP をサポートする任意のデータリンク層が許容される。

6.5 ネットワーク層 — EtherNet/IP プロトコルのネットワーク層は、インターネットプロトコル (IP バージョン 4) (RFC 791) によって定義されている。

6.6 トランスポート層 — トランスポート層は、伝送制御プロトコル (TCP) (RFC 793) およびユーザデータグラムプロトコル (UDP) (RFC 768) をサポートする必要がある。

6.7 セッション層 — EtherNet/IP プロトコルのセッション層の多数のサービスおよび機能は、異なる機能に応じて TCP/UDP プロトコル仕様および EtherNet/IP アプリケーション層仕様によって分けられ、取り扱われる。前者はトランスポートレベルの接続セッションを定義し、後者は明示的接続および I/O 接続管理によってアプリケーションレベルのセッションを定義する。

6.8 プレゼンテーション層 — プレゼンテーション層は、スタンダードデータタイプおよびアプリケーション層データの特定のエンコードの定義によって定義される。

6.9 アプリケーション層 — デバイスは、オブジェクトおよびその属性とサービスも含めて定義、アドレッシングし、指定されたネットワーク共同を可能にするための EtherNet/IP アプリケーション層仕様に準拠しなければならない。デバイスは、EtherNet/IP 仕様で提供されるオブジェクトモデル仕様に準拠しなければならない。

6.10 オブジェクトモデル — EtherNet/IP は、オブジェクトおよびその属性とサービスも含めて、オブジェクトを明示的に作成、定義、アドレッシングし (即ち、明示的メッセージ)、アプリケーションに依存したフォーマットでオブジェクト属性のアセンブリを作成、定義、通信する (即ち、入力／出力メッセージ) ために、オブジェクト指向の仕様を提供する。デバイスは、EtherNet/IP 文書で提供されるオブジェクトモデル仕様に準拠しなければならない。さらに、デバイスは、本文書の § 7 で定義されるオブジェクト仕様に準拠しなければならない。

7 必要なオブジェクトタイプ

7.1 EtherNet/IP 仕様では、EtherNet/IP に準拠したすべてのデバイス内に存在しなければならないオブジェクト (即ち、クラス) を特定し、記述する。共通デバイスモデル (CDM) 仕様では、さらに 2 つのオブジェクト、デバイス管理 (DM) オブジェクトおよびセンサアクチュエータコントローラ (SAC) オブジェクトを特定し、これらは SEMI 準拠のすべての SAN デバイスに存在していなければならない。ここで記述されるネットワーク通信仕様を利用する SEMI 準拠の SAN デバイスに必要なオブジェクトタイプは、上記の 2 つの要求条件を統合したものを必然的に包含する。

7.2 必要なオブジェクトタイプと任意事項のオブジェクトタイプのリストを表 2 に示す。Sensor, Actuator, Controller のオブジェクトは必要なく、CDM 仕様では任意事項であることに注意すること。これらのオブジェクトは、一緒に統合され、SEMI および EtherNet/IP 準拠のデバイスを形成する。

7.3 この CDM (DM および SAC) に必要とされる 2 つのオブジェクトタイプは、EtherNet/IP 内にマッピングされるコンポーネントとして実装され、この項で説明する SEMI 固有の S-Device Supervisor オブジェクトクラスにマッピングされる。

7.4 リストされるオブジェクトタイプは次の通りである。

- Identity
- Message Router (MR)
- Connection (Conn)
- Connection Manager (CM)
- Ethernet Link (EL)
- TCP/IP Interface (TCP/IP)
- S-Device Supervisor (S-DS)
- Device Management (DM)
- Sensor Actuator Controller (SAC)
- Sensor
- Actuator
- Controller

7.5 また、ネットワークでアドレッシング可能なオブジェクトでなくても、各デバイスは EtherNet/IP で定義される未接続メッセージマネージャ (Unconnected Message Manager (UCMM)) をサポートしなければならない。

表 2 オブジェクトタイプ

オブジェクト	EIP クラスの ID ^{#1}	CDM タグ ^{#2}	次の項目で必要		
			EIP ^{#1}	CDM ^{#2}	NCS
Identity	01	-	はい	いいえ	はい
MR	02	-	はい	いいえ	はい
Conn	05	-	はい	いいえ	はい
CM	06	-	条件付き ^{#1}	いいえ	条件付き ^{#1}
EL	F5	-	条件付き ^{#1}	いいえ	条件付き ^{#1}
TCP/IP	F6	-	はい	いいえ	はい
S-DS	30	-	いいえ	いいえ	はい
DM	-	DmI0	いいえ	はい	はい ^{#4}
SAC	-	SACI0	いいえ	はい	はい ^{#4}
Sensor	31	SenIn	いいえ	いいえ	いいえ
Actuator	32	ActIn	いいえ	いいえ	いいえ
Controller	33	CntIn	いいえ	いいえ	いいえ
(Other)	^{#3}	-	いいえ	いいえ	いいえ

^{#1} 詳細については、EtherNet/IP 仕様を参照すること。値は、16 進数である。

^{#2} 詳細については、CDM 仕様を参照すること。

^{#3} アプリケーションに依存。

^{#4} DM オブジェクトおよび SAC オブジェクトは、EtherNet/IP の S-Device Supervisor オブジェクトへのマッピングとして実装される。